

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5833992号  
(P5833992)

(45) 発行日 平成27年12月16日(2015.12.16)

(24) 登録日 平成27年11月6日(2015.11.6)

(51) Int.Cl.	F 1
G 11 B 5/39	(2006.01)
H 01 L 43/08	(2006.01)
H 01 L 43/12	(2006.01)
H 01 L 43/10	(2006.01)
	G 11 B 5/39
	H 01 L 43/08
	H 01 L 43/12
	H 01 L 43/10

請求項の数 13 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2012-206842 (P2012-206842)
(22) 出願日	平成24年9月20日 (2012.9.20)
(65) 公開番号	特開2013-69401 (P2013-69401A)
(43) 公開日	平成25年4月18日 (2013.4.18)
審査請求日	平成25年3月8日 (2013.3.8)
(31) 優先権主張番号	13/239,010
(32) 優先日	平成23年9月21日 (2011.9.21)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	500373758 シーゲイト テクノロジー エルエルシー アメリカ合衆国、95014 カリフォルニア州、クパチーノ、サウス・ディ・アンザ・ブルバード、10200
(74) 代理人	110001195 特許業務法人深見特許事務所
(72) 発明者	マーク・ウィリアム・コビントン アメリカ合衆国、55410 ミネソタ州、エディナ、アボット・アベニュー・サウス、5916
(72) 発明者	マーク・トーマス・キーフ アメリカ合衆国、55044 ミネソタ州、レイクビル、ワゴン・ホウイール・トレイル、21812

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 装置、センサおよびセンサの製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

装置であって、

第1の共通の材料を含みかつ異なる厚みと異なるモフォロジー強度および異なるモフォロジー方向とをそれぞれ有する第1および第2の減結合サブ層によって減結合モフォロジーが与えられた減結合層と、

前記減結合層に接して隣り合うとともに前記減結合モフォロジーとは異なる自由モフォロジーを有する磁気自由層とを備え、前記磁気自由層は、異なる厚みと、異なる異方性強度と、異なる磁気異方性を有する第1および第2の磁気自由サブ層によって構成される、装置。

## 【請求項 2】

前記第1および第2の減結合サブ層の厚みは同じ値である、請求項1に記載の装置。

## 【請求項 3】

前記第1および第2の磁気自由サブ層の厚みは異なる値である、請求項1に記載の装置。

## 【請求項 4】

前記第1の磁気自由サブ層の厚みは前記第2の磁気自由サブ層の厚みの3倍である、請求項1に記載の装置。

## 【請求項 5】

前記減結合層は、タンタルである、請求項1から4のいずれか1項に記載の装置。

## 【請求項 6】

前記第 1 および第 2 の減結合サブ層ならびに前記第 1 および第 2 の磁気自由サブ層の厚みは、前記減結合層および前記磁気自由層の積層方向の厚みであり、前記積層方向は、前記磁気自由層の空気軸受面に実質的に平行である、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の装置。

## 【請求項 7】

方法であって、

減結合層を蒸着するステップを備え、前記蒸着するステップは、

第 1 の角度からの静的斜め蒸着で、第 1 の厚みおよび共通の材料を有する第 1 の減結合サブ層を蒸着するステップを含み、前記第 1 の減結合サブ層は第 1 のモフォロジー強度および方向を有し、前記蒸着するステップは、

10

気相成長によって、前記第 1 の減結合サブ層の上に、第 2 の厚みを有する前記共通の材料からなる第 2 の減結合サブ層を形成するステップをさらに含み、前記第 1 および第 2 の減結合サブ層は集合して減結合モフォロジーを有する減結合層を与え、前記第 2 の減結合サブ層は、前記第 1 のモフォロジー強度および方向とは異なる第 2 のモフォロジー強度および方向を有し、前記方法はさらに、

物理気相成長で前記減結合層の上に第 1 の磁気自由サブ層を構築するステップを備え、前記第 1 の磁気自由サブ層は、第 3 の厚み、異方性強度および異方性方向を有し、前記方法はさらに、

20

第 2 の角度からの斜め蒸着により、前記第 1 の磁気自由サブ層の上に第 2 の磁気自由サブ層を形成するステップを備え、前記第 2 の磁気自由サブ層は、前記第 3 の厚み、異方性強度および異方性方向とはそれぞれ異なる第 4 の厚み、異方性強度、および異方性方向を有し、前記第 1 および第 2 の磁気自由サブ層は、集合して、前記減結合モフォロジーとは異なる自由モフォロジーを与える、方法。

## 【請求項 8】

前記第 1 の角度は前記第 2 の角度と異なる、請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記第 1 および第 2 の角度は、基板平面に関する角度であり、前記基板平面が各々の磁気自由サブ層の空気軸受面に垂直である、請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 10】

30

センサであって、バイアス磁石によって所定の初期磁化にバイアスされた磁気応答性積層体を備え、前記磁気応答性積層体は、非磁性スペーサ層によって分離された少なくとも第 1 および第 2 の磁気自由層を有し、少なくとも 1 つの磁気自由層は減結合層に接して隣り合い、前記減結合層は、共通の材料を含みかつ異なる厚みと減結合モフォロジーを与えるモフォロジー強度およびモフォロジー方向とをそれぞれ有する第 1 および第 2 の減結合サブ層を有し、少なくとも 1 つの磁気自由層は、それぞれ、異なる厚みと、前記減結合モフォロジーとは異なる自由モフォロジーを与える異方性モフォロジーとを有する第 1 および第 2 の磁気自由サブ層を有する、センサ。

## 【請求項 11】

40

前記非磁性スペーサ層によって分離された前記第 1 および第 2 の磁気自由層は、前記バイアス磁石によってのみ与えられる所定のデフォルト磁化を有する三重層磁気素子として特徴付けられる、請求項 10 に記載のセンサ。

## 【請求項 12】

前記バイアス磁石は、前記三重層磁気素子を有するシード層上に形成される、請求項 1 に記載のセンサ。

## 【請求項 13】

前記バイアス磁石は、少なくとも 2 つのバイアスサブ層で構成される、請求項 12 に記載のセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

50

## 【0001】

本発明は、装置、センサおよびセンサの製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

## 【特許文献1】米国特許第7061731号明細書

## 【特許文献2】米国特許出願公開第2011/0032645号明細書

## 【特許文献3】米国特許出願公開第2005/0066897号明細書

10

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

## 要約

磁気センサが、所定の第1の形態（モフォロジー（morphology））を有する減結合層によって構築可能である。磁気自由層は、その減結合層に接して隣り合うように蒸着され得る。磁気自由層は、所定の第2の形態を有する第1のサブ層で構成される。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0005】

## 【図1】例示的なデータ記憶装置の斜視図である。

20

【図2A】さまざまな実施の形態で用いることが可能な、例示的な磁気センサのさまざまな図を示す。

【図2B】さまざまな実施の形態で用いることが可能な、例示的な磁気センサのさまざまな図を示す。

【図3】さまざまな実施の形態に従って構築されるとともに動作する例示的な磁気センサの部分を示す。

## 【図4】さまざまな磁気センサの実施の形態の動作特性をプロットした図である。

【図5】さまざまな実施の形態に従って調整された磁気センサの動作特性のグラフである。

【図6】さまざまな実施の形態で用いることが可能な、例示的な磁気センサの部分を概して示す図である。

30

【図7】本発明のさまざまな実施の形態に従って実行される、センサ製造ルーチンのフローチャートを示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0006】

## 詳細な説明

様々な形態によって改良されたデータ検知性能を有する磁気センサが概して開示されて、より大きなデータ容量およびより高速のデータ転送レートに対する、産業上の高まる需要を満たす。データ容量の増大は、読出素子およびシールドといった、さまざまなデータ記憶素子の削減された形状因子に対応し得る。そのような、より小さい磁気要素は、磁気安定性の問題、特に、高い線形データ密度の用途において要求される可能性がある、正確なシールド間スペース基準という問題に直面する。したがって、データ検知性能を高めるために磁気配向性および読出素子の感度を維持可能な、削減された形状因子の磁気センサを構築することに対する産業界の需要が増大している。

## 【0007】

そのような産業界の需要は、磁気自由層に接して隣り合う減結合層を有する磁気センサを構築することによって満たされ得る。磁気自由層は、減結合層の形態とは異なる形態を各々有する第1および第2のサブ層を有する。さまざまな形態の使用は、固定されたバイアス磁化により影響を受ける磁気積層体の動作での磁化の、高められた制御を与え得る。特に、削減された形状因子の磁気センサにおいて、さまざまな形態を調整して磁化制御を

40

50

高めるという能力は、磁気安定性およびデータ信号振幅を改善しながら磁化の非対称性を低減することによって、データ検知を高めることができる。

【0008】

本発明のさまざまな実施の形態が実現可能な非限定的な環境において、データ記憶装置100のある実施形態が、図1では概して分解図で提供される。装置100は、ベースディキ104および上部カバー106から形成される、実質的に密閉されるハウジング102を含む。内部に配置されたスピンドルモータ108は、複数の磁気記憶媒体110を回転させるように構成される。媒体110は、各々が、ヘッドジンバルアセンブリ(HGA)112によって支持されるデータトランステューサ(読出/書き込みヘッド)の対応するアレイによってアクセスされる。

10

【0009】

各HGA112は、可撓性サスペンション116を含むヘッドスタッカアセンブリ114(「アクチュエータ」)によって支持されることができ、可撓性サスペンション116は、さらに、剛性のアクチュエータアーム118によって支持されている。アクチュエータ114は、ボイスコイルモータ(VCM)122に電流を印加することにより、カートリッジ軸受アセンブリ120を中心に回動し得る。このように、VCM122の制御された動作は、トランステューサ(符号124で示される)を媒体表面上に規定されたトラック(図示せず)に位置合わせさせて、そこにデータを記憶したり、そこからデータを取出したりする。

20

【0010】

図2Aおよび図2Bは、さまざまな実施の形態において用いることが可能な、例示的な磁気センサ130のブロック表現の断面図および上面図をそれぞれ示す。センサ130は、空気軸受面134(ABS)と後部バイアス磁石136との間に配置された磁気積層体132で構築され得る。図2Aは、磁気積層体132が、非磁性スペーサ層140によって分離された1対の磁気自由層138で構成可能な方法を示している。各々の自由層138の磁気感度は、減結合層142によって緩和することができ、減結合層142は、磁気シールドのような隣接する要素に磁気干渉が到達し、あるいは自由層138から漏れ出ることを防ぐことができる。

【0011】

リファレンスとして用いられる、磁気積層体132において固定の磁化がない磁気自由層138の存在により、積層体132は、2つの自由層138およびスペーサ層140による三重層の読出素子として特徴付けることができる。そのような三重層の読出素子は、後部バイアス磁石136を利用して、自由層138に磁気バイアス力を分け与えるとともに、初期の磁化を設定し得るが、そのことは、磁気積層体132における固定された磁化がない場合において、ABS134を通したデータビットの正確な検知を可能にする。磁気積層体132において三重層の読出素子が示されているが、積層体132の構築は、そのような構成に限定されるものではなく、磁気的に応答する、任意の磁気配向性を有する任意の数および種類の層の積層体とすることができる。

30

【0012】

三重層の読出素子を含み得るあるいは含み得ないさまざまな実施の形態において、磁気センサ130は、信号振幅および非対称性のような所定の性能特性で動作するように調整されて、センサ130のシールド-シールド間隔(SSS)144を最小にしながらデータビットを検知し得る。図2Bの上面図において示されるように、磁気センサ130は、さらに、積層体132およびバイアス磁石136の寸法および磁化を調整することによって調整可能である。

40

【0013】

バイアス磁石の厚み146と積層体132からのバイアス距離148とは、自由層138において所定の量の磁気的影響を与えるように調整可能であり、そのことは、積層体132の磁化の回転および改善されたデータ検知動作に対応し得る。バイアス距離148とともに、積層体の幅150およびバイアス磁石の幅152は、それぞれ、Z軸に沿ってA

50

B S に平行に測定されるが、両者は同じまたは異なるように調整可能であるとともに、積層体のストライプ高さ 154 およびバイアス磁石ストライプ高さ 156 のそれぞれに対応するように調整可能である。積層体 132 およびバイアス磁石 136 の幅およびストライプ高さは、所定の強度および角度配向性の磁化  $M_{PM}$  を与えるように調整可能であり、磁化  $M_{PM}$  は、積層体 132 のそれぞれの磁気自由層 138 に、所定の初期磁化構成  $M_{FL1}$  および  $M_{FL2}$  を及ぼす。

【0014】

したがって、積層体 132 およびバイアス磁石 136 のさまざまな寸法、厚みおよび磁気配向性は、削減された形状因子を維持しながら任意の数の所定の動作条件および環境条件に適合するように調整および最適化が可能である。しかしながら、積層体 132 の正確なバイアス、特に、三重層読出素子を含む積層体の削減された形状因子の正確なバイアスは、自由層 138 が  $M_{PM}$  のような設定された磁化への直接的な接触が不足しているために問題となり得る。

【0015】

したがって、バイアス磁石 136 によって与えられるバイアス磁化を増大させるために、積層体 132 およびバイアス磁石 136 の形状を調整することによって、自由層 138 の磁気配向性および動作を改良することが可能である。図 3 は、さまざまな実施の形態で用いられることが可能な、例示的な磁気積層体 160 の部分の断面のブロック図を示す。積層体 160 は、図 2 A の積層体 132 とよく似て構築されており、磁気自由層 162 は減結合層 164 と非磁性スペーサ層 166 との間に、両者に直接的に接触して配置される。

【0016】

積層体 160 におけるさまざまな層の構成は、特定の設計に限定されるものではなく、さまざまな実施の形態では、物理気相成長または化学気相成長のような、気相成長されたサブ層を、斜め蒸着されたサブ層と組合せて、形態を正確に制御および調整する。このことは、図 2 B に示されるように、所定の初期一軸性方向に沿った自由層 162 の磁化を強化することができる。そのような構成は、減結合層 164 および自由層 162 の両方に示されて、固有の所定の磁化の振る舞いに対応することが可能なそれぞれの形態を可能にする。

【0017】

示されるように、減結合層 164 は、減結合 VD サブ層 168 を有し、減結合 VD サブ層 168 は、気相成長プロセスで蒸着されて、結果的に、最小の方向および強度を有する所定の第 1 の厚み 170 となる。次に斜め蒸着プロセスを実行することによって、減結合 VD サブ層 168 とは異なる、所定の第 2 の厚み 174 および設計された形態方向および強度を有する、減結合斜めサブ層 172 を形成することができる。連続するサブ層 168 および 172 における気相および斜め成長の組合せは、磁気層における全体の形態の方向および強度の正確な調整を与えることができる。すなわち、全体的な減結合層 164 の形態は、サブ層 168 および 172 の各々の厚み 170 および 174 を調整することによって微細に調整可能であり、それにより全体的な形態を与えることができる。

【0018】

要求されあるいは限定されるものではないが、磁気自由層 162 は、また、所定の第 3 の厚み 178 を有する自由層 VD サブ層 176 で形成可能であり、減結合 VD サブ層 176 は、自由層斜めサブ層 180 に直接的に結合し、自由層斜めサブ層 180 は所定の第 4 の厚み 182 を有する。減結合サブ層 168 および 172 の構成とよく似ているが、自由層サブ層 176 および 180 は、調整された厚み 178 および 182 を有し、それらの厚みは、異なっているが、互いに相補の関係にある形態の方向および強度を有し、検知されるデータビットが存在するときに磁化の保磁力および回転を高める。注目すべきことに、任意の方法で限定されるものではないが、斜め蒸着および標準蒸着の順番は交換可能であり、したがって斜め蒸着サブ層 180 は斜め蒸着減結合サブ層 172 に接して隣り合う。

【0019】

10

20

30

40

50

図4は、調整された斜めサブ層パーセンテージを有する例示的な磁気積層体の形態的挙動を示すグラフであり、その挙動は、直交蒸着サブ層厚みに対する斜め蒸着サブ層厚みの比に対応し得る。実線190は、磁気自由層の全体的形態が、自由層サブ層の厚みだけでなく、図3のサブ層厚み170および174のような減結合サブ層の厚みで調整することによって調整可能であることを示している。その厚みは、物理気相成長サブ層の厚みが20であり、制御入射スパッタリング(CIS)サブ層厚みが20であることを示す。

#### 【0020】

同様に、破線192は、さまざまな厚みを有する磁気自由層の形態的挙動を示し、磁気自由層は減結合層の上に形成され、30の物理気相成長サブ層厚み、および10の制御入射スパッタリング(CIS)サブ層厚みを有する。CISで磁気自由層を形成することのみによって、より高い形態的強度を得ることが可能であるが、異なる形態的強度で連続的にサブ層を蒸着することによって形態を調整する能力は、磁気積層体が、高い信号強度および磁化安定性といった、さまざまな環境および性能特性を最適化することを可能にする。

#### 【0021】

多数の特性が、センサの性能を高めるために調整可能であるので、磁気センサのさまざまな局面の調整および最適化は、蒸着技術および厚みに限定されるものではない。1つのそのような特性は、斜め蒸着サブ層に用いられる蒸着角度であり、それは60°と75°との間のいくつかの実施の形態において変更可能であり、所定の形態強度を与え得る。調整および最適化が可能な別の蒸着特性は、下地の基板(すなわちウェハ基準)に対する入射斜め流束の方向であり、それは基板の所定の平面で誘起される形態の方向を設定することができる。

#### 【0022】

さまざまな実施の形態が、気相成長されるサブ層の前におけるサブ層の斜め蒸着のような、サブ層の順序を変更可能であり、それによってセンサの動作および性能を制御する。調整可能な、そのような多様な蒸着特性および構成は、所定の構造(形状因子)および動作(検知の正確性)の基準に適合された、特有のバイアス磁化機構を与え得る。

#### 【0023】

図5は、さまざまな実施の形態に従う、磁気積層体のさまざまな局面の調整に対する例示的な構成の結果を示す。実線200で結ばれる黒丸の点は、磁気自由層の厚みがタンタルからなる斜め蒸着減結合層で調整された磁気自由層サブ層構成にどのように影響を与えることができるかを示す。対して、白丸の点を結ぶ実線202は、SiO<sub>2</sub>減結合サブ層で調整された磁気自由層構成の形態的な挙動を示す。最後に、破線204は、8nmの厚みを有するタンタルの減結合サブ層に対応する。

#### 【0024】

磁気自由層の厚みおよび形態強度の幅広い範囲が、さまざまな所定の用途のために特に調整された最適な性能を与えるために、さまざまな異なる磁気センサ構成に利用可能であることが理解可能である。しかしながら、調整されたサブ層の利用は、磁気積層体の部分に制限されるものではない。その理由は、前縁シールド、後縁シールドおよび側面シールドと同様にバイアス磁石が、最適化されたバイアス磁化および高められたデータ検知性能を与えるサブ層で同様に形成可能であるためである。

#### 【0025】

図6は、概して例示的な磁気センサ210の部分の断面図のブロック表現を示し、磁気センサ210は斜め蒸着シードサブ層214に蒸着された磁気シールド層212を有する。シードサブ層214およびシールド層212の斜め蒸着は、同様の、または異なる形態で調整可能であり、それは、蒸着の斜め角度を制御することによって調整可能であるが、それによりシールド層212に対する磁気安定性を高めることができる。その理由は、その形態が、シールド層212を通じてより制限された磁化の分散を促進するためである。

#### 【0026】

斜め蒸着減結合層216は、所定のストライプ高さ218でシールド層212上に形成

10

20

30

40

50

される。減結合層 216 は、センサのストライプ高さ 219 に沿った任意の長さで延在することができる。しかしながら、図 6 に示された例示的な実施の形態において、ストライプ高さ 218 は、磁気センサ 210 の後部バイアス領域 222 における磁気積層体 220 を過ぎて A B S から遠位にあるとともに A B S から分離されている。バイアス磁石 224 が減結合層 216 の所定の形態を利用するようにバイアス領域 222 が次に形成可能であり、磁気安定性および一貫性のあるバイアス磁化を促進する。バイアス磁石の形態の強度および方向に拘らず、減結合層 216 における蒸着は、その間の直接的な結合により、部分的に改善された磁気安定性を提供し得る。

#### 【0027】

上記のように、磁気積層体 220 は、減結合 216 上に形成されて、同様に減結合層 216 の形態と関連する利点を利用することができます。図 6 に示された磁気積層体の構成において、第 1 の磁気自由層 226 および第 2 の磁気自由層 228 は、異なるサブ層蒸着順で構築されて、各々の自由層 226 および 228 の初期磁化におけるバイアス磁石の影響を制御することによって、磁気センサ 210 の性能を調整することができる。

10

#### 【0028】

具体的には、第 1 の磁気自由層 226 は減結合層 216 と気相成長サブ層 232 との間に配置された斜め蒸着サブ層 230 を有し、第 2 の磁気自由層 228 は、気相成長サブ層が、非磁性スペーサ層 234 と斜め蒸着サブ層 236 との両方に接触するため、逆の配向を有する。図 6 に示されたさまざまな層の構成は、個別にまたは集合的に蒸着可能であるとともに、所定の形態で調整可能であり、所定の形態は、無視してよいところから実質的なところまで、さまざまな方向および強度の範囲で配置されるが、改良されたデータ検知性能に対応し得る最適化された磁気安定性を示す、凝集した磁気センサを形成する。

20

#### 【0029】

図 7 は、所定の最適化された性能を与えるための、磁気センサのさまざまな部分を調整するための、さまざまな実施の形態に従って実行されるセンサ製造ルーチン 250 の例示的なフローチャートである。ルーチン 250 は、判断 252 において、斜め磁気シールドが磁気センサに含まれるべきであるかどうかを評価することによって始まる。もしそうであるならば、判断 254 は、シールドの蒸着前に斜めシードが形成されるべきかどうかを判断する。判断 254 で選択された蒸着プロセスに拘らず、ステップ 256 は、気相成長層に対応する最小の形態、または、特定の角度からの斜め蒸着に関連する所定の形態方向および強度でシード層を形成する。

30

#### 【0030】

ステップ 256 において形成されたシード層により、シールド層は、次にステップ 258 において、下地のシード層の形態であり得る、または異なり得る形態で形成される。次に、判断 260 は、減結合層が斜め蒸着されるべきであるかどうかを評価し、その場合、ルーチン 250 は判断 262 に進み、減結合層のストライプ高さが決定される。蒸着プロセスは、次に、ステップ 264 において、所定のストライプ高さおよび形態で減結合層を形成するために用いられる。ステップ 264 の結果、減結合層は、図 6 の層 216、または図 2A の層 140 と同様に構成され得るが、それらのいずれかは、蒸着技術および層厚みを選択することで、指定された形態の基準へと調整されるということが理解可能である。

40

#### 【0031】

三重層の読出素子、または積層体中の固定された磁化のない、任意の他の読出素子において、後部バイアス磁石は、磁気積層体における初期磁化を設定するバイアス磁化を分け与えるために形成される。判断 266 および続くステップ 268 は、所定の基準に従ってバイアス磁石の調整された特性を決定するとともに要素を構築する。磁気センサの磁気積層体の部分は、次に、判断 270 および 272 で設計されて、磁気自由層の数、材料、順序、サブ層厚みおよび形態特性が決定され、それらは次にステップ 274 において、積層された磁気自由層へと実行される。

#### 【0032】

50

ルーチン 250 は、単一の磁気自由層で終わる可能性があるが、判断 276 は、第 2 の自由層積層体が構築されるべきであるかどうかを評価する。もしそうであるならば、非磁性スペーサ層がステップ 278 において蒸着されて、ルーチン 250 は判断 270 に戻り、判断 270 において、第 2 の磁気自由層が評価されて、その結果の設計が実現される。

#### 【0033】

さまざまな磁気センサが、ルーチン 250 から構築可能であり、それらの磁気センサは、さまざまな形態、厚みおよびバイアス磁化の影響といった構造的および動作上の特性を示すということが理解可能である。しかしながら、ルーチン 250 は、図 7 に示されるステップおよび判断に限定されるものではない。その理由は、変化する形態を利用して改良された磁気データ検知を与える、精密に調整された磁気センサの製造に適合するために、任意の数のステップおよび判断が追加、省略および変更可能であるためである。たとえば、判断 266 およびステップ 268 におけるバイアス磁石の対応する形成は、積層体の構築に続けて実行可能であり、それは、スペーサ層によって分離された複数のサブ層を含み得る。

10

#### 【0034】

さらに注目すべきことに、ルーチン 250 におけるさまざまな層の蒸着において特定の蒸着および形成プロセスは何ら要求されるものではない。たとえば、いくつかの層には原子層蒸着が利用可能であるが、他の層には気相成長が利用可能である。同様に、斜め角度の蒸着も必要とされない。さまざまな形成プロセスを用いるそのような能力は、改善された製造効率および信頼性で磁気センサの製造を調整することを可能にする。

20

#### 【0035】

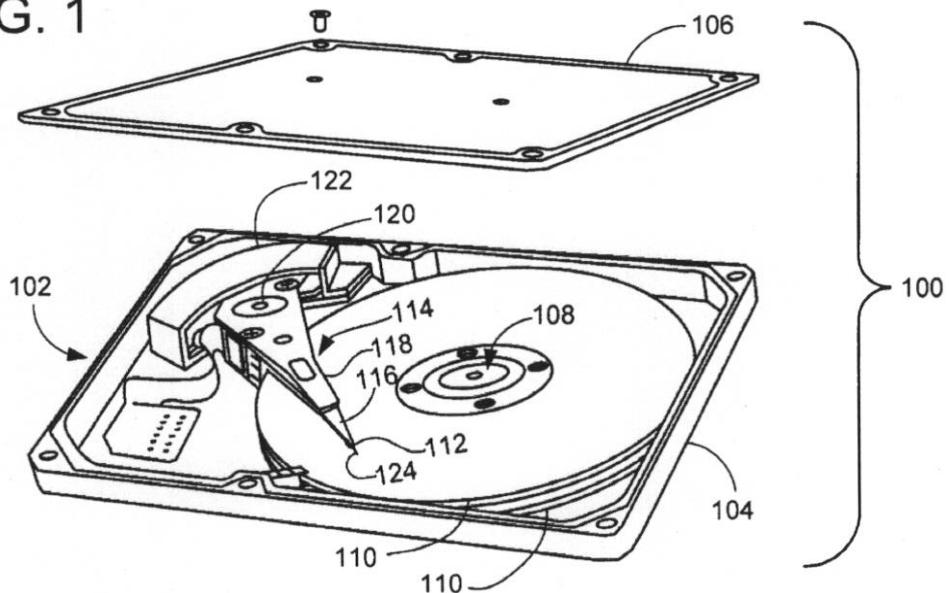
この開示で説明された磁気センサの構成および材料特性がこれまでに減少された形状因子のデータ記憶装置における適用の間にデータ読出性能を高めることを可能にするということが明らかとすることができます。さまざまな形態の利用は、磁気センサのさまざまなピン止めされた層および磁気自由層における磁気安定性を高めることができる。さらに、サブ層を用いることによって形態を選択的に調整できるということは、特定の環境および動作上の振る舞いのために最適化された磁化に対応する磁気センサ動作の精密な制御を可能にする。さらに、実施の形態は磁気検知に向けられてきたが、主張される発明は、データ記憶装置の用途を含む、任意の数の他の用途にも直ちに利用可能であるということが理解されるであろう。

30

#### 【0036】

本発明のさまざまな実施の形態の多数の特性および構成が、発明のさまざまな実施の形態の構造および機能の詳細とともに説明されてきたが、この詳細な説明は単に例示的なものであり、添付の特許請求の範囲が表現される、用語の幅広い一般的な意味によって示される十分な範囲まで本発明の原理の範囲内で、特に要素の構造および配置の事項の点で変更を詳細に行なうことができる。たとえば、特定の要素は、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、特定の用途に応じて変化し得る。

【図1】  
FIG. 1



【図2A】

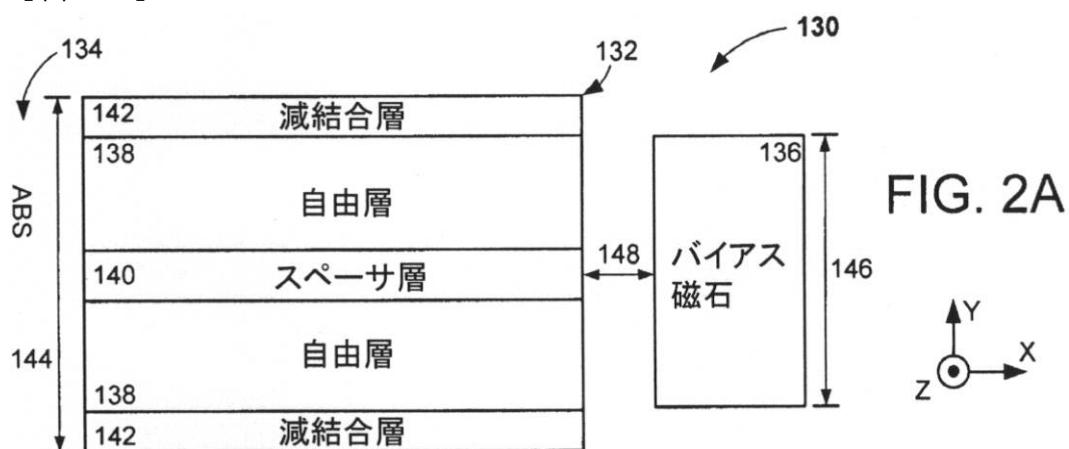


FIG. 2A

【図2B】

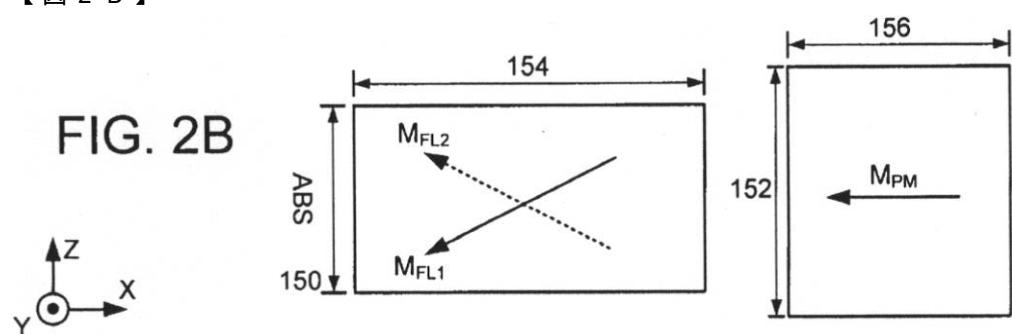


FIG. 2B

【図3】

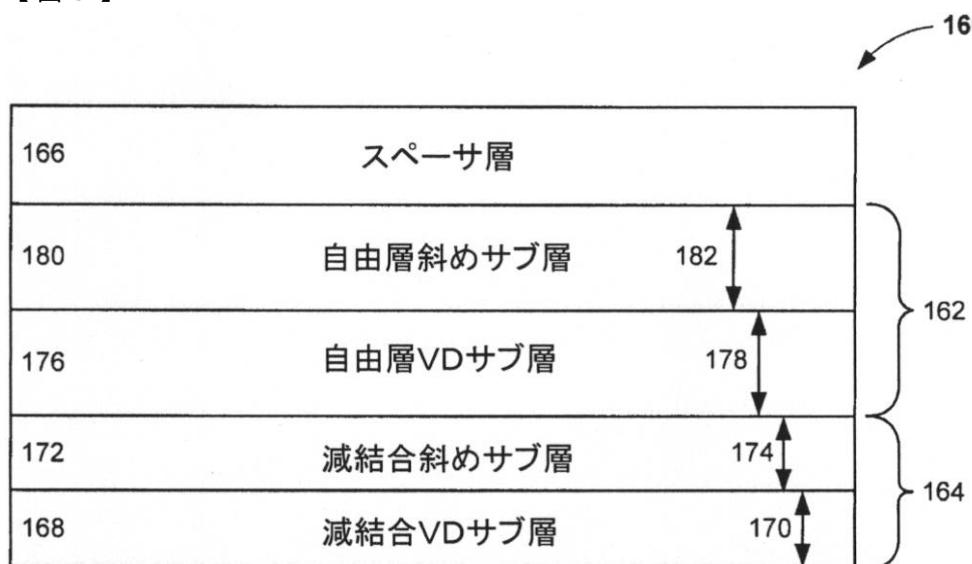


FIG. 3

【図4】

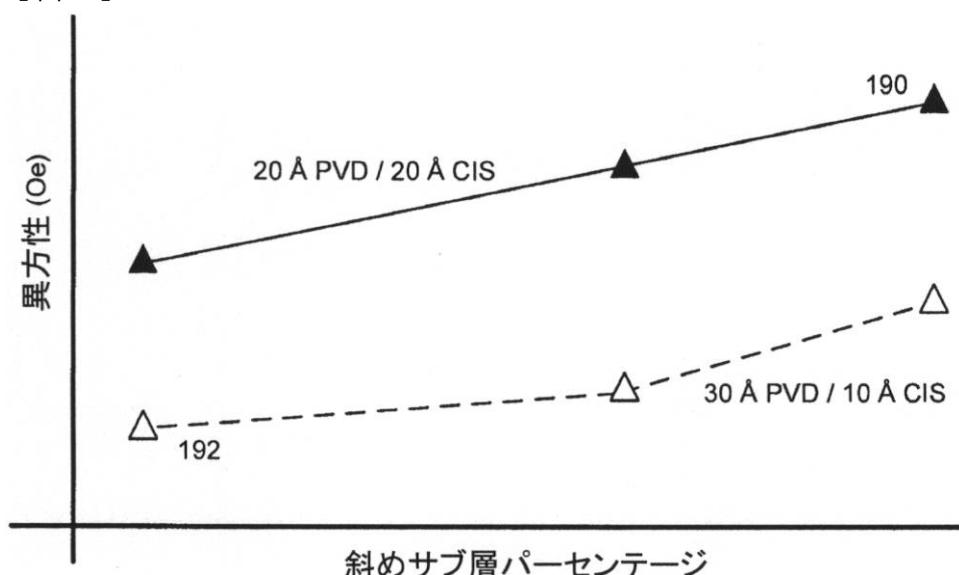


FIG. 4

【図5】

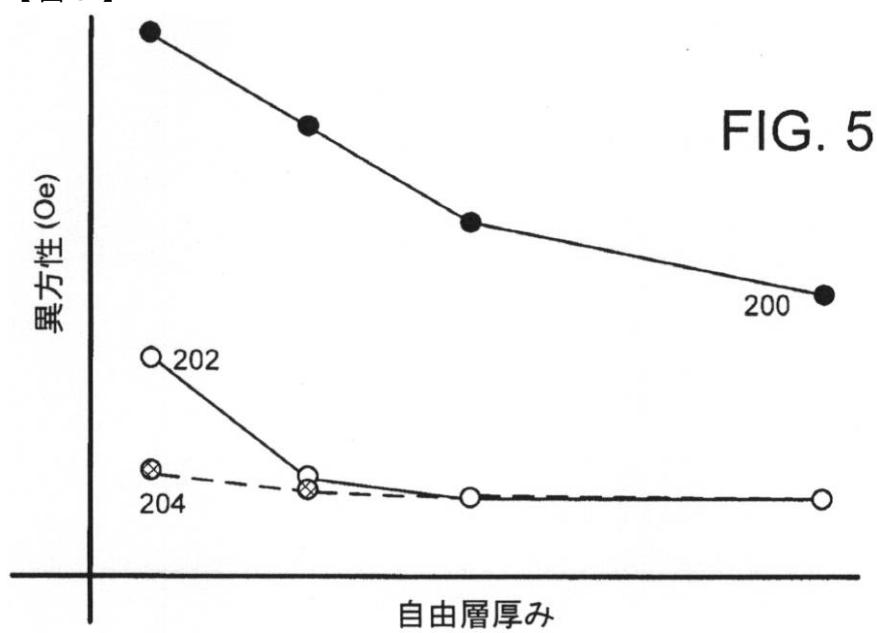


FIG. 5

【図6】

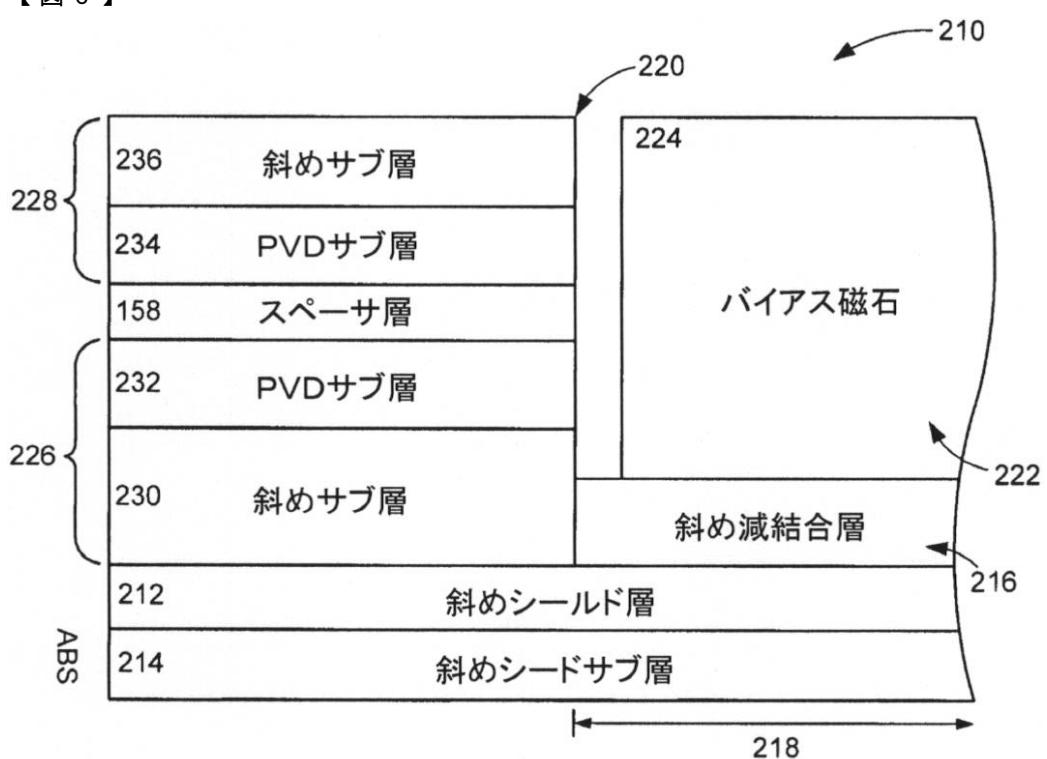


FIG. 6

【図7】

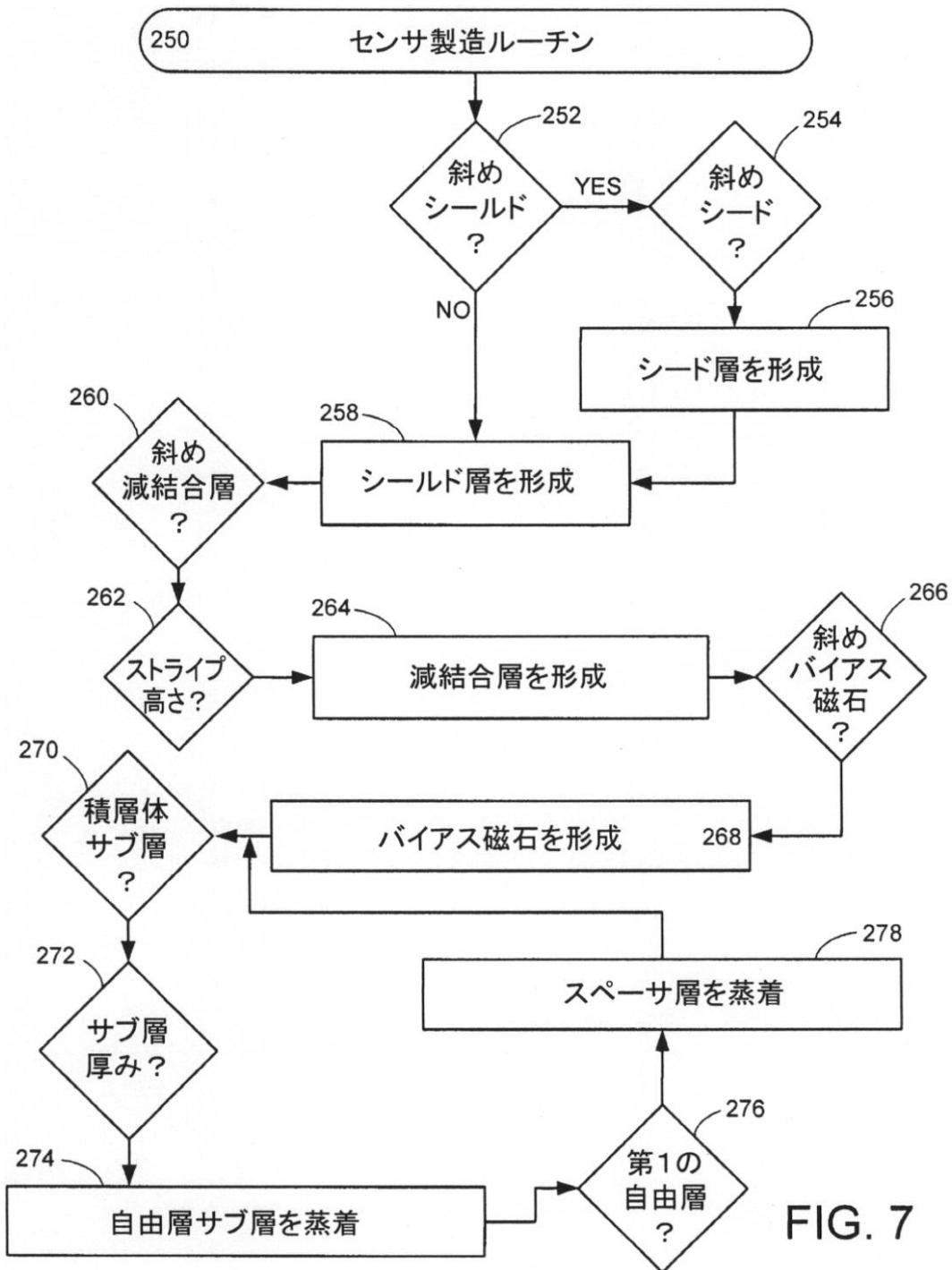


FIG. 7

---

フロントページの続き

(72)発明者 チョン・ウォンジュン

アメリカ合衆国、55347 ミネソタ州、エデン・ブレイリー、ビレッジ・ウッズ・ドライブ、  
14525

審査官 斎藤 真

(56)参考文献 特開2009-032383(JP, A)

国際公開第2009/154009(WO, A1)

特表2007-525005(JP, A)

米国特許第07035062(US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 5/39

H01L 43/00 - 43/14